

Application of Comprehensive Control Technology for Pressure Relief Gas in Protective Seam on Short Distance Coal Seam Group

Xu Yang, Cheng Yang

Junlian Sichuan Coal Furong Xinwei Coal Industry Co., Ltd., Yibin Sichuan
Email: 276191859@qq.com

Received: Dec. 2nd, 2018; accepted: Dec. 22nd, 2018; published: Dec. 29th, 2018

Abstract

According to the characteristics of gas migration and accumulation in adjacent coal seams during the mining of Upper Protective Seams in Yunlian Coal Mine, the Upper Protective Seams Mining can control the pressure relief gas in adjacent coal seams. By using 2106 working face as upper protective layer, the gas source during the mining period of upper protective layer is analyzed comprehensively. The main gas is relieved from the adjacent layer 3, 7 and 8 coal seams in this coal seam, and the protective layer mining technology is applied. The protective seam working face adopts along-seam gas drainage borehole to pre-extract the gas in the mining area and the protective layer. Gas control mainly adopts the comprehensive gas control technology of pre-drainage area gas by boreholes along seam gas drainage in this coal seam, pre-drainage of pressure-relief gas in the lower adjacent seam through the floor drainage roadway cross-layer mesh interception and drainage boreholes in 7, 8# coal seam and 3# coal seam cross-layer interception and drainage boreholes and roof strike boreholes [1]. Practice has proved that after adopting the above comprehensive gas control technology, the gas exceeding limit during the working face mining is prevented, and the technical support is provided for the safe and efficient mining of the mine.

Keywords

Close Seam Group, Upper Protective Seam Mining, Pressure Relief Range, Gas Separation Prediction, Gas Extraction Technology

近距离煤层群上保护层卸压瓦斯综合治理技术应用

杨旭, 杨成

筠连川煤芙蓉新维煤业有限公司, 四川 宜宾
Email: 276191859@qq.com

收稿日期: 2018年12月2日; 录用日期: 2018年12月22日; 发布日期: 2018年12月29日

摘要

针对筠连矿区近距离煤层群上保护层开采过程中邻近煤层瓦斯的运移与储集特征, 上保护层开采对下邻近煤层群的卸压瓦斯治理。通过2106工作面作为上保护层, 综合分析了上保护层回采期间的瓦斯来源, 主要以本煤层瓦斯、回采阶段下邻近层3、7、8号煤层卸压瓦斯, 并运用保护层开采技术, 保护层工作面采取顺层瓦斯抽采钻孔预抽回采区域瓦斯, 保护层卸压瓦斯通过底板瓦斯抽采巷穿层网格拦截瓦斯抽采钻孔预抽7、8号煤层瓦斯, 3号煤层穿层拦截瓦斯抽采钻孔和顶板走向钻孔的综合瓦斯治理技术[1]。实践证明, 采取以上综合瓦斯治理技术后, 杜绝工作面回采期间的瓦斯超限, 为矿井的安全、高效开采提供了技术支撑。

关键词

近距离煤层群, 上保护层开采, 卸压范围, 瓦斯分源预测, 瓦斯抽采技术

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 工作面概况

2106 工作面为筠连川煤芙蓉新维煤业有限公司新场井一盘区 2 号煤层上保护层工作面。工作面倾斜长 553 m, 走向长 145 m, 煤层平均厚度 1.3 m, 工作面可采储量 14.5 万吨; 2106 运输顺槽煤层倾角为 $6^{\circ}\sim 16^{\circ}$, 回风顺槽煤层倾角为 $7^{\circ}\sim 23^{\circ}$, 沿采区走向煤层倾角变化较小, 倾向方向煤层倾角变化较大。煤层以亮煤及暗煤为主, 具条带状及线理状结构, 层状构造, 煤层结构较简单玻璃光泽及多属半亮和半暗型煤, 比重一般 1.60 左右, 质地坚硬, 普氏硬度一般 3~4, 脆度小, 属低变质阶段的无烟煤, 2 号煤层结构简单, 为薄煤层。其煤层的水分为 1.5%, 灰分为 30.08%, 挥发分含量为 14.04%。顶板为粘土岩、泥岩、砂岩, 底板为粘土岩。该煤层不具有煤尘爆炸危险性和自燃发火倾向性。工作面采用倾向长壁综合机械化开采方法, 每天平均推进约 3 m。上保护层 2 号煤层距离下邻近层 3 号煤层平均间距 6.2 m, 7 号煤层平均间距 27.2 m, 8 号煤层平均间距 30.9 m。

2. 保护层开采及下邻近层卸压瓦斯来源分析

2.1. 保护层开采

所谓的保护层, 其本质就是指的在突出矿井的诸多煤层中首先进行开采的没有突出危险性或者突出危险性最小的煤层, 通过保护层开采, 使突出危险煤层的应力 - 形变状态和瓦斯动力状态发生改变, 使被保护层卸压, 释放煤层的弹性潜能, 增大煤层的透气性, 有利于被保护层的瓦斯流动、解吸, 从而减少煤层含量, 以降低煤层瓦斯内能, 达到预防煤与瓦斯突出的目的。保护层开采后采场内形成了“三区”、“三带”, 即工作面煤壁前方(横向)上, 覆岩将分别经历承压区、离层区、压实区, 在垂直工作面空间上

岩层分布为垮落带、断裂带和弯曲下沉带。随着工作面的不断推进, 卸压区被保护层煤体地应力减小、煤层透气性增大, 卸压煤层瓦斯沿该卸压区内层内破断裂缝和层间离层裂隙释放[2], 瓦斯压力和瓦斯含量下降, 突出危险性降低。由于采动的影响为采空区及上覆岩层裂隙带的瓦斯流动和储存提供通道和空间。因此, 保护层开采主要瓦斯治理为抽采邻近层卸压瓦斯和本煤层瓦斯[3]。2106 工作面回采后采场受采动的影响, 煤、岩体变形卸压、膨胀变形、产生裂隙, 下邻近被保护煤层卸压瓦斯, 随着保护层工作面的推进下邻近层卸压瓦斯通过产生的裂隙涌入回采工作面[4], 对工作面安全生产带来较大影响。

2.2. 煤层瓦斯储量及工作面瓦斯来源分析

2.2.1. 煤层瓦斯储量

根据中煤科工重庆煤科院对新场井煤层瓦斯参数测定, 8 号煤层 $12.7 \text{ m}^3/\text{t}$ 、7 号煤层 $15.6 \text{ m}^3/\text{t}$ 、3 号煤层 $5.26 \text{ m}^3/\text{t}$ 、2 号煤层 $7.68 \text{ m}^3/\text{t}$ 。

2 号煤层面积为: 走向 \times 倾向 = $184 \times 730 = 134,320 \text{ m}^2$

$$W_{2\text{号}} = A \times X \quad (1)$$

式中: A ——下部对应区域邻近 2 号煤层的煤炭储量, t;

$A = \text{面积} \times \text{煤厚} \times \text{容重} = 134,320 \text{ m}^2 \times 1.3 \text{ m} \times 1.75 \text{ t/m}^3 = 305,578 \text{ t}$

X ——2 号煤层的吨煤瓦斯含量, m^3/t ; 为 $7.688 \text{ m}^3/\text{t}$ 。

所以得 $W_{2\text{号}} = 305,578 \times 7.68 = 234.7 \text{ 万 m}^3$

邻近卸压范围内邻近煤层卸压瓦斯涌出量计算, 开采上保护层时走向和倾向卸压角可取 75° , 因此本保护层开采时走向和倾向卸压角取 75° 。

1) 邻近 3 号煤层瓦斯储量

2 号煤层与 3 号煤层平均层间距平均为 6.2 m , 则卸压范围内 3 号煤层走向长为: $184^{-2} \times 6.2/\text{tg}75^\circ = 180.7 \text{ m}$, 倾斜长为: $730^{-2} \times 6.2/\text{tg}75^\circ = 726.7 \text{ m}$, 则卸压范围内 3 号煤层面积为: 走向 \times 倾向 = $180.7 \times 726.7 = 131,314.7 \text{ m}^2$ 。

根据《煤矿瓦斯抽采规范》(1027-2006)规定, 2106 工作面对应下部区域邻近 3 号煤层的瓦斯储量 W 为:

$$W_{3\text{号}} = A \times X \quad (2)$$

式中: A ——下部对应区域邻近 3 号煤层的煤炭储量, t;

$A = \text{面积} \times \text{煤厚} \times \text{容重} = 131,314.7 \text{ m}^2 \times 1.3 \text{ m} \times 1.75 \text{ t/m}^3 = 298,740.9 \text{ t}$

X ——3 号煤层的吨煤瓦斯含量, m^3/t ; 为 $5.26 \text{ m}^3/\text{t}$ 。

所以得 $W_{3\text{号}} = 298,740.9 \times 5.26 = 157.1 \text{ 万 m}^3$

2) 邻近 7 号煤层瓦斯储量

2106 工作面与 7 号煤层平均层间距为 27.2 m , 则卸压范围内 7 号煤层走向长为: $196^{-2} \times 27.2/\text{tg}75^\circ = 181.4 \text{ m}$, 倾斜长为: $680^{-2} \times 27.2/\text{tg}75^\circ = 665.4 \text{ m}$, 则卸压范围内 7 号煤层面积为: 走向 \times 倾向 = $169.4 \times 715.4 = 120,703.56 \text{ m}^2$ 。

根据《煤矿瓦斯抽采规范》(1027-2006)规定, 2106 工作面对应下部区域邻近 7 号煤层的瓦斯储量 W 为:

$$W_{7\text{号}} = A \times X \quad (3)$$

式中: A ——下部对应区域邻近 7 号煤层的煤炭储量, t;

$$A = \text{面积} \times \text{煤厚} \times \text{容重} = 120,703.56 \text{ m}^2 \times 1.41 \text{ m} \times 1.75 \text{ t/m}^3 = 297,836.04 \text{ t}$$

X ——7号煤层的吨煤瓦斯含量, m^3/t ; 为 $15.6 \text{ m}^3/\text{t}$ 。

所以得 $W_{7\text{号}} = 299,033.27 \times 15.6 = 466.5 \text{ 万 m}^3$

3) 邻近8号煤层瓦斯储量

2106工作面与8号煤层平均层间距为30.9m, 则卸压范围内8号煤层走向长为: $196^{-2} \times 30.9/\text{tg}75^\circ = 179.4 \text{ m}$, 倾斜长为: $680^{-2} \times 30.9/\text{tg}75^\circ = 663.4 \text{ m}$, 则卸压范围内8号煤层面积为: 走向 \times 倾向 = $179.4 \times 663.4 = 119,013.96 \text{ m}^2$ 。

根据《煤矿瓦斯抽采规范》(1027-2006)规定, 2102工作面对应下部区域邻近8号煤层的瓦斯储量 W 为:

$$W_{8\text{号}} = A \times X \quad (4)$$

式中: A ——下部对应区域邻近8号煤层的煤炭储量, t ;

$$A = \text{面积} \times \text{煤厚} \times \text{容重} = 119,013.96 \text{ m}^2 \times 2.05 \text{ m} \times 1.55 \text{ t/m}^3 = 378,166.86 \text{ t}$$

X ——8号煤层的吨煤瓦斯含量, m^3/t ; 为 $12.7 \text{ m}^3/\text{t}$ 。

所以得: $W_{8\text{号}} = 378,166.86 \times 12.7 = 480.2 \text{ 万 m}^3$

4) 2106工作面开采期间卸压范围内邻近煤层瓦斯储量为 $W_{\text{邻总}} = W_{3\text{号}} + W_{7\text{号}} + W_{8\text{号}} = 157.1 + 466.5 + 480.2 = 1103.8 \text{ 万 m}^3$ 。

2.2.2. 工作面瓦斯来源分析

近距离煤层群开采, 回采期间瓦斯来源主要为本煤层瓦斯和邻近煤层卸压瓦斯, 2106工作面回采主要为本煤层瓦斯和下邻近层3、7、8号煤层卸压瓦斯涌入。

1) 本煤层瓦斯涌出量计算

$$q_1 = K_1 \times K_2 \times K_3 \times m \div m_0 (X - X_c) \quad (5)$$

式中: q_1 ——本煤层瓦斯涌出量, m^3/t ;

K_1 ——围岩瓦斯涌出系数。全部垮落法管理顶板时, K_1 取1.20;

K_2 ——工作面丢煤瓦斯涌出系数, $K_2 = 1/\eta$, η 为工作面采出率;

K_3 ——采区内准备巷道预排瓦斯对开采层煤体瓦斯涌出的影响系数, 采用长壁后退式回采时, K_3 按下式确定: $K_3 = (L - 2h)/L$;

m ——煤层厚度, m ;

m_0 ——煤层开采厚度, m ;

X ——煤层原始瓦斯含量, m^3/t ;

X_c ——煤层残余瓦斯含量, m^3/t 。

2) 邻近煤层卸压瓦斯涌出量

$$q_2 = \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{m_0} \cdot K_i \cdot (X_i - X_{ic}) \quad (6)$$

式中: q_2 ——回采工作面邻近层瓦斯涌出量, m^3/t ;

m_i ——第 i 个邻近层的煤厚, m ;

m_0 ——开采煤层的回采厚度, m ;

K_i ——第 i 个邻近层受采动影响的瓦斯排放率, 取0.55;

X_i ——第 i 个邻近层的瓦斯含量, m^3/t ;

X_{ic} ——邻近层残余瓦斯含量, m^3/t 。

经过计算, 预计 2106 工作面回采期间, 本煤层瓦斯涌出量为 $5.48 \text{ m}^3/\text{t}$, 邻近层瓦斯涌出量为 $14.3 \text{ m}^3/\text{t}$, 工作面相对瓦斯涌出量为 $19.78 \text{ m}^3/\text{t}$ 。该工作面回采按 1000 t, 预计工作面回采期间绝对瓦斯涌出量为 $13.7 \text{ m}^3/\text{min}$ 。2 号煤层工作面回采期间邻近层瓦斯涌出量占 70%左右[5], 因此 2 号煤层工作面回采主要以治理下邻近层煤层卸压瓦斯。

3. 上保护层开采卸压综合瓦斯治理技术

2 号煤层保护层开采过程中, 本煤层与被保护层的瓦斯释放大, 为此, 研究采用立体的瓦斯拦截钻孔工程, 具体为工作面采取顺层瓦斯抽采钻孔预抽回采区域瓦斯; 保护层卸压瓦斯通过底板瓦斯抽采巷穿层拦截瓦斯抽采钻孔预抽 7、8 号煤层瓦斯; 3 号煤层穿层拦截瓦斯抽采钻孔和顶板走向钻孔的综合瓦斯治理技术[6]。

3.1. 2 号煤层顺层钻孔

工作面顺槽掘进后, 在工作面运输、回风顺槽布置顺层钻孔进行本煤层高负压抽采。工作面顺煤层布置平行钻孔进行预抽, 钻孔长度 73 m, 钻孔间距为 4 m, 孔径 120 mm, 顺层钻孔布置示意图如图 1 所示。

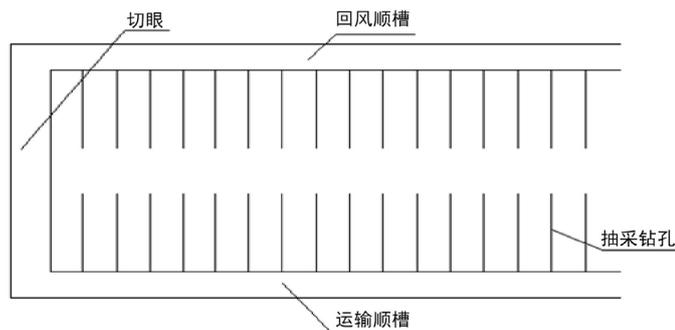


Figure 1. Schematic layout of boreholes along layers
图 1. 顺层钻孔布置示意图

3.2. 底板瓦斯抽采巷穿层拦截钻孔

开采 2 号煤层时下部 7、8 号煤层将通过采动产生的裂隙涌入到采场空间, 在底板抽采巷布置上向穿层钻孔网格扇形布孔, 钻孔终孔于 7 号煤层顶板 0.5 m 处, 以 $8 \times 8 \text{ m}$ 钻孔间距网格布孔, 对被保护层及下邻近层进行卸压瓦斯抽采, 底板穿层卸压瓦斯抽采如图 2。

3.3. 2 号保护层穿层拦截钻孔

2 号煤层回采前, 通过本煤层巷道施工穿 3 号煤层穿层钻孔, 钻孔间距 3 m, 钻孔长度 70 m, 孔径 120 mm, 拦截下邻近层煤层瓦斯, 2 号保护层穿层拦截钻孔如图 3 所示。

3.4. 保护层工作面回风顺槽高位抽采钻孔

高位钻孔施工方向为 2106 工作面采空区方向, 钻孔终孔位置为 2106 工作面采空区 2 号煤层顶板以上 10~15 m 范围内, 高位钻孔间距 45 m, 每组钻孔为 4 个钻孔, 终孔点投影位置为 2106 工作面采空区后方 10~15 m 处 [7] (如图 4)。

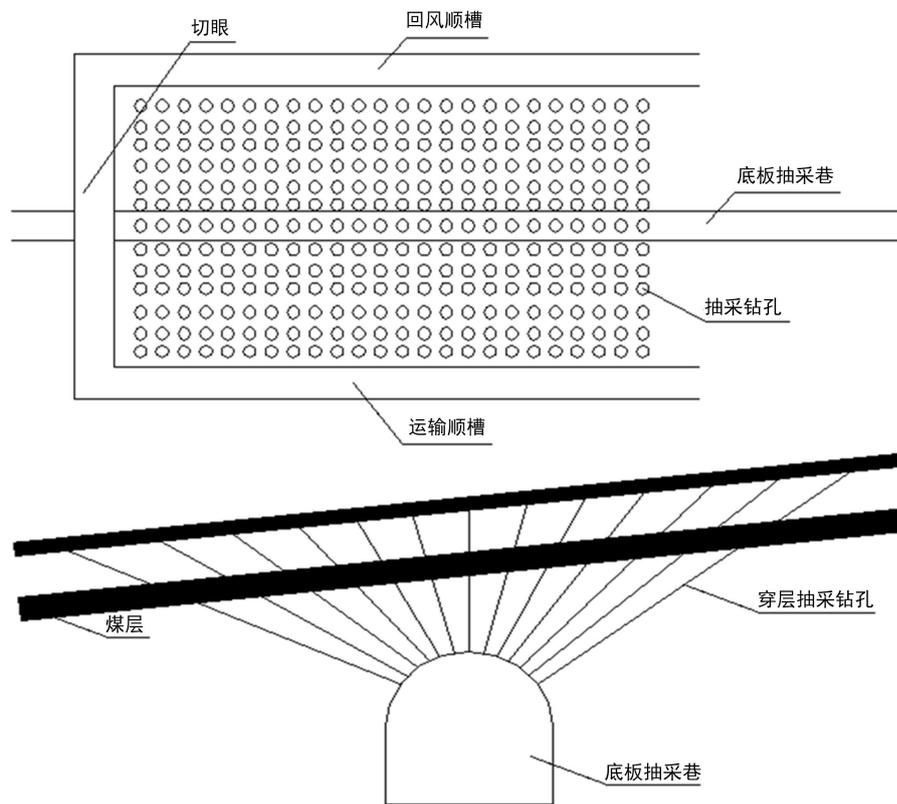


Figure 2. Gas drainage boreholes for floor pressure relief through strata
图 2. 底板穿层卸压瓦斯抽采钻孔

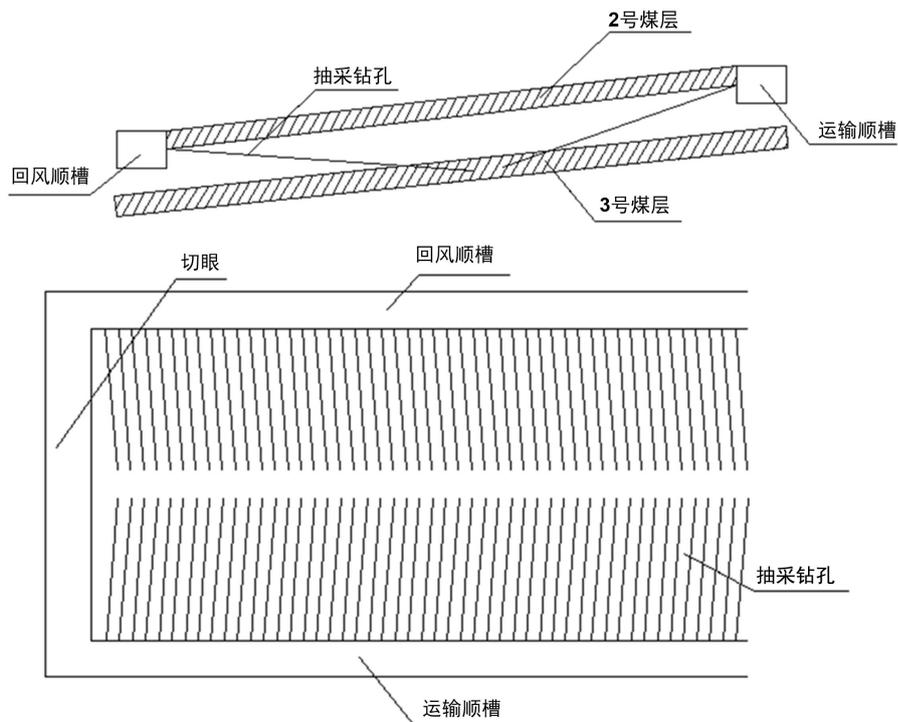


Figure 3. 2# borehole diagram of protective layer interception
图 3. 2号保护层穿层拦截钻孔图

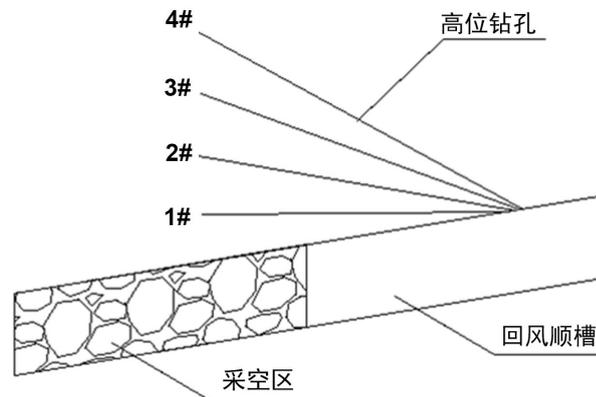


Figure 4. High borehole profile of return air along trough in protective layer working face

图 4. 保护层工作面回风顺槽高位钻孔剖面图

4. 2106 工作面开采卸压瓦斯治理效果分析

通过上述分析在 2106 工作面回采前, 采用工作面运输、回风顺槽施工顺层钻孔和 3 号煤层穿层钻孔, 并结合底板抽采巷穿层钻孔, 高位顶板走向钻孔立体抽采瓦斯技术[8], 该工作面范围内平均瓦斯抽采纯量达 $32.7 \text{ m}^3/\text{min}$, 其中工作面顺层钻孔和 3 号煤层穿层钻孔平均抽采纯量 $13.5 \text{ m}^3/\text{min}$, 底板抽采巷穿层钻孔平均抽采纯量 $16.8 \text{ m}^3/\text{min}$, 高位顶板走向钻孔平均抽采纯量 $2.4 \text{ m}^3/\text{min}$, 累计瓦斯抽采纯量 565.05 万 m^3 , 工作面瓦斯抽采率 42% 以上, 工作面回采期间回风最大瓦斯 0.6%~0.8%, 有效杜绝了工作面回采期间瓦斯超限, 近距离煤层群上保护层卸压瓦斯综合治理技术效果明显, 大大降低保护层工作面回采瓦斯超限制约生产, 保证了工作面的安全生产。

通过 2106 保护层工作面回采及卸压抽采后, 被保护层 3 号煤层测得 3 号煤层残余瓦斯含量为 $2.62\sim 3.4 \text{ m}^3/\text{t}$, 残余瓦斯压力 $0.2\sim 0.41 \text{ MPa}$; 8 号煤层测得残余瓦斯含量为 $6.08\sim 6.34 \text{ m}^3/\text{t}$, 残余瓦斯压力 $0.45\sim 0.58 \text{ MPa}$ [9]; 保护层开采及卸压瓦斯抽采效果明显。

5. 结语

通过理论分析、数值计算模拟、现场工程实践等多种途径, 2 号煤层保护层开采, 通过本煤层瓦斯抽采、本煤层穿层拦截抽采、下邻近层底板穿层拦截抽采、高位钻孔抽采等立体的瓦斯防治措施[10], 保护层卸压瓦斯得到有效治理, 促进了矿井采掘接替协调, 工作面安全高效回采。目前, 该卸压瓦斯治理技术在新维煤矿得到大力的推广应用, 带来了较大的社会效益。

参考文献

- [1] 何国益. 矿井瓦斯治理实用技术[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2011.
- [2] 国家安全生产监督管理总局, 国家煤矿安全监察局. 防治煤与瓦斯突出规定[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2009.
- [3] 钱鸣高, 许家林. 覆岩采动裂隙分布的“O”形圈特征研究[J]. 煤炭学报, 1998, 23(5): 466-469.
- [4] 陈延可, 戴广龙, 汪大全, 汤卫东, 武磊, 刘勇. 上保护层开采卸压瓦斯治理技术研究[J]. 煤矿科学技术, 2013, 41(3).
- [5] 戴广龙, 汪有清, 张纯如, 李庆明, 邵广印. 保护层开采工作面瓦斯涌出量预测[J]. 煤炭学报, 2007, 32(4): 382-385.
- [6] 马文涛, 王三明. 近距离下保护层开采卸压瓦斯运移规律研究[J]. 煤炭技术, 2015, 34(2): 152-154.
- [7] 李霄尖, 姚精明, 何富连, 张波, 张鹏宇. 高位钻孔瓦斯抽放技术理论与实践[J]. 煤炭科学技术, 2007, 35(4): 16-18.

-
- [8] 王平, 蔡峰, 屈岩. 上保护层开采卸压瓦斯抽采技术试验研究[J]. 煤炭技术, 2016, 35(3): 190-191.
- [9] 袁亮. 卸压开采抽采瓦斯理论及煤与瓦斯共采技术体系[J]. 煤炭学报, 2009, 34(1): 1-8.
- [10] 刘丹晨, 朱飞昊. 突出煤层上保护层开采瓦斯卸压技术研究[J]. 煤炭技术, 2017, 36(2): 206-207.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2329-7301, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: me@hanspub.org